

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

①2 Patentschrift
①0 DE 100 45 227 C 1

②1 Aktenzeichen: 100 45 227.2-41
②2 Anmeldetag: 13. 9. 2000
②3 Offenlegungstag: -
②4 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 7. 2. 2002

B 01 D 65/02
B 01 D 61/14
B 01 D 65/08

DE 100 45 227 C

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:

Voßenkaul, Klaus, Dr.-Ing., 52074 Aachen, DE;
Schäfer, Stefan, Dr., 41539 Dormagen, DE

⑦4 Vertreter:

Andrejewski und Kollegen, 45127 Essen

⑦5 Erfinder:

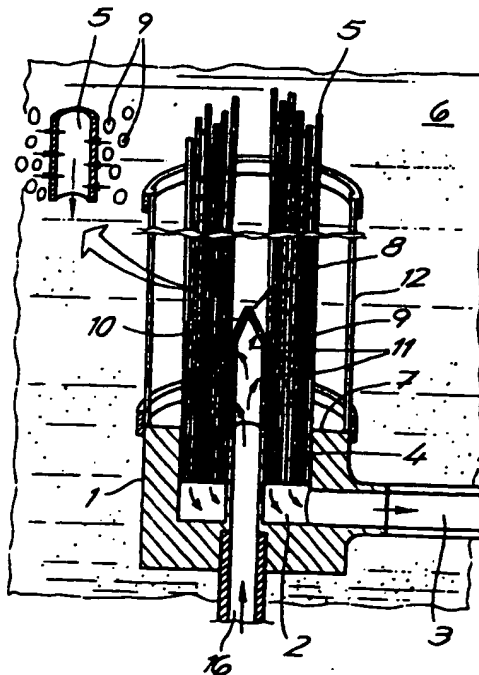
Schäfer, Stefan, Dr., 41539 Dormagen, DE

⑤ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 198 11 945 A1
DE 693 24 034 T2
WO 98 28 066

⑤4 Membranfilter für die Wasseraufbereitung

⑤7 Die Erfindung betrifft einen Membranfilter für die Wasseraufbereitung mit einem Kopfstück (1), das einen Permeatsammelraum (2) mit einem Permeatablauf (3) aufweist, und mindestens einem Faserbündel (4) aus Kapillarmembranen, die mit einem offenen Ende zum Permeatsammelraum (2) in das Kopfstück (1) eingegossen sind und an ihren anderen Ende geschlossen sind. Das Kopfstück (1) enthält einen Luftkanal (16), an den ein in das Faserbündel (4) ragendes Mundstück (10) mit mindestens einer Luftaustrittsöffnung (11) angeschlossen ist. An seinem anderen Ende endet das Faserbündel (4) frei beweglich im Rohwasser (6).



DE 100 45 227 C 1

[0001] Die Erfindung betrifft einen Membranfilter für die Wasseraufbereitung mit einem Kopfstück, das einen Permeatsammelraum mit einem Permeatablauf aufweist, mindestens einem Faserbündel aus Kapillarmembranen, die mit einem offenen Ende zum Permeatsammelraum in das Kopfstück eingegossen und an ihrem anderen Ende geschlossen sind, und einer Begasungseinrichtung mit einem Mundstück, das mindestens eine Austrittsöffnung für Luft aufweist und sich innerhalb des Faserbündels im Wesentlichen parallel zu den Kapillarmembranen erstreckt, wobei die von dem aufzubereitenden Rohwasser umgebenen Kapillarmembranen des Faserbündels in dichter Packung an einer Anschlussfläche des Kopfstückes befestigt sind und geklärte Flüssigkeit in den Kapillarmembranen zum Permeatsammelraum abziehbar ist. Die Kapillarmembranen besitzen einen Durchmesser von weniger als 5 mm und weisen vorzugsweise eine Durchlässigkeit von Mikrofiltrationsmembranen oder Ultrafiltrationsmembranen auf. Die Verwendung von Kapillarmembranen für die Umkehrosmose oder Nanofiltration soll jedoch nicht ausgeschlossen sein. Bevorzugt sind Kapillarmembranen in einem Durchmesserbereich zwischen 0,5 und 3 mm. Die Triebkraft für die Membranfiltration ist eine Druckdifferenz, die rohwasserseitig durch einen Überdruck und/oder durch eine permeatseitige Druckerniedrigung realisiert werden kann. Eine permeatseitige Druckerniedrigung bietet sich insbesondere an, wenn das Membranfilter im Tauchbetrieb eingesetzt werden soll und in ein das Rohwasser enthaltendes Becken, z. B. das Belebungsbecken einer Kläranlage, eingehängt wird.

[0002] Ein Membranfilter mit den eingangs beschriebenen Merkmalen ist aus WO 98/28066 bekannt. Die Kapillarmembranen des im Tauchbetrieb einsetzbaren Membranfilters sind zwischen zwei Kopfstücken endseitig eingespannt. An das eine, im Betrieb untere Kopfstück ist eine Begasungseinrichtung angeschlossen. Das andere, obere Kopfstück enthält den Permeatsammelraum. Es bildet einen Verdängungskörper, durch dessen Wirkung die aufsteigenden Luftblasen zur Außenseite des Membranfaserbündels abgedrängt werden. Eine wirkungsvolle Begasung ist im oberen Bereich des Faserbündels nicht mehr gewährleistet. Hier sind auch keine oder nur geringe Membranbewegungen möglich. Es kommt infolgedessen zur Bildung von Membrandeckschichten und groben Schmutzablagerungen im oberen Bereich des Faserbündels.

[0003] Bei einem aus DE 198 11 945 A1 bekannten Membranfilter ist das Faserbündel aus Kapillarmembranen in ein druckfestes Mantelrohr eingesetzt, das in Längsrichtung der Kapillarmembranen durchströmt wird. Die Kapillarmembranen sind einseitig in einen Anströmboden eingegossen, der eine Vielzahl gleichmäßig über den Querschnitt verteilter Bohrungen für den Durchfluss des Rohwassers aufweist. Um zu verhindern, dass sich an der Außenseite der Kapillarmembranen Deckschichten bilden und sich die Mikroporen der Kapillarmembranen zusetzen, ist eine gleichmäßige Durchströmung des Membranfilterraumes mit definierter Strömungsgeschwindigkeit erforderlich. Zur Verbesserung des Stoffaustausches kann das Rohwasser vor Eintritt in den Membranfilterraum mit Luft begast werden. Eine ausreichende Luftverteilung ist innerhalb des Faserbündels nicht gewährleistet. Die Luft wird mit der Rohwasserströmung im Wesentlichen außen am Membranbündel entlang geführt und leistet keinen wirksamen Beitrag zur Membranreinigung.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Membranfilter für die Wasseraufbereitung anzugeben, bei dem eine wirksame Begasung über die gesamte Länge des Faserbündels gewährleistet ist und ein effektiver Abtransport von Membranbelägen, die sich von den Membranoberflächen ablösen, sichergestellt ist.

[0005] Ausgehend von einem Membranfilter des eingangs beschriebenen Aufbaus wird die Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass das Kopfstück einen Luftkanal enthält, an den das in das Faserbündel ragende Mundstück angeschlossen ist, und dass das Faserbündel an seinem anderen Ende ohne Einspannung frei beweglich im Rohwasser endet. Die aus dem Mundstück austretende Luft durchströmt das Faserbündel von innen nach außen und strömt teilweise in Längsrichtung der Kapillarmembranen ab. Die Luftzufuhr erfolgt vorzugsweise intermittierend mit dem Ziel, Deckschichten, die sich während der Membranfiltration an der Membranoberfläche gebildet haben, abzureinigen. Die erfindungsgemäße Lufteinleitung in das Faserbündel ermöglicht eine überraschend wirksame Reinigung unabhängig von der Strömungsgeschwindigkeit des Rohwassers. Insofern kann das erfindungsgemäße Membranfilter auch im Tauchbetrieb eingesetzt werden.

[0006] Das Mundstück besitzt z. B. einen rohrförmigen Abschnitt mit umfangsseitigen Bohrungen oder ist als Ringspaltdüse ausgebildet, aus der die Luft radial oder zumindest mit einer radialen Bewegungskomponente austritt. Durch die Bemessung der Länge des Mundstückes und durch die Anordnung der Austrittsbohrungen bzw. Austrittsdüsen kann die Luft gezielt in das Faserbündel eingeleitet werden. Als vorteilhaft erweist es sich auch, wenn das Mundstück ein Rückschlagventil aufweist, das bei abfallendem Druck der Luftzuführung schließt.

[0007] Das Faserbündel ist in dichter Packung an einer Anschlussfläche des Kopfstückes befestigt, die bei einem Tauchbetrieb des Membranfilters nicht von Strömungskanälen für das Rohwasser durchsetzt ist. Die an ihrem freien Ende geschlossenen Kapillarmembranen bewegen sich, da sie nur an einem Ende eingespannt sind, in dem zu filtrierenden Rohwasser. Zur Begrenzung der seitlichen Bewegungen des Faserbündels kann auf das Kopfstück ein Korb aufgesetzt werden. Der Korb kann aus Stäben gefertigt sein oder beispielsweise auch aus einem mit umfangsseitigen Öffnungen versehenen Rohr bestehen. Das Kopfstück kann ferner Anschlusseinrichtungen zur Befestigung an einem Gestell aufweisen, das in ein das Rohwasser enthaltendes Becken absenkbar ist. Im Rahmen der Erfindung liegt es, das Kopfstück quaderförmig auszubilden, wobei der Permeatablauf an einer schmalen Seitenfläche oder am Boden erfolgt. Mehrere dieser Einheiten können nach Art eines Filterpaketes nebeneinander angeordnet werden, wobei die Permeatabläufe zweckmäßig durch eine Sammelleitung verbunden sind.

[0008] Sofern das Membranfilter im Tauchbetrieb eingesetzt wird, sind keine Einrichtungen für eine Anströmung der Kapillarmembranen mit Rohwasser erforderlich. Im Rahmen der Erfindung liegt es auch, das Membranfilter mit einem flüssigkeitsdurchströmten Filterraum auszubilden. Die Durchströmung des Filterraumes erfolgt zweckmäßig in Längsrichtung der Kapillarmembranen, wobei das Rohwasser durch Bohrungen im Kopfstück, die erfindungsgemäß konzentrisch um die Begasungseinrichtung angeordnet sind, in den Filterraum eintritt. Die Kapillarmembranen sind an einer ringförmigen Anschlussfläche zwischen der Begasungseinrichtung und den flüssigkeitsführenden Bohrungen in das Kopfstück eingegossen. Gemäß einer weiteren, besonders vorteilhaften Ausbildung ist die Anschlussfläche des Kopfstückes, in der die das Faserbündel bildenden Ku-

pillarmembranen endseitig eingegossen sind, sternförmig ausbildet, wobei die Anschlussfläche die ringförmige Fläche zwischen der Begasungseinrichtung und den konzentrisch angeordneten Bohrungen ausfüllt und sich bis in die Bereiche zwischen den Flüssigkeitskanälen hinein erstreckt. Erfindungsgemäß ist ein Faserbündel vorgesehen, welches die Kapillarmembranen in einer sehr dichten Packung enthält, wobei das Rohwasser außenseitig an dem Faserbündel vorbeigeführt wird und Luft innerhalb des Faserbündels eingeleitet wird. Vorzugsweise ist bei allen Ausführungen das Faserbündel vertikal im Rohwasser angeordnet, wobei die Kapillarmembranen an ihrem unteren Ende am Kopfstück fixiert sind und sich ihr oberes Ende im Flüssigkeitsstrom bewegen kann. Die Luftblasen steigen im Wesentlichen im Inneren des Faserbündels nach oben und werden von der außenseitig an dem Faserbündel vorbeiströmenden Flüssigkeit nicht oder nur wenig mitgerissen.

[0009] Bei einer Ausführung des erfindungsgemäßen Membranfilters mit einem durchströmten Filterraum ist das Kopfstück zweckmäßig mit einem rohrförmigen Mantel lösbar verbunden, welcher den Filterraum bildet. In weiterer Ausgestaltung ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass das Kopfstück an der vom Faserbündel abgewandten Stirnseite mit dem rohrförmigen Mantel eines weiteren identisch ausgebildeten Membranfilters verbindbar ist, und dass der Permeatablauf am Umfang des Kopfstückes angeordnet ist. Bei der beschriebenen Ausführung können mehrere Membranfilter als modulare Einheiten hintereinander in Reihe geschaltet werden. Dadurch ist die Filterfläche variabel an den Anwendungsfall anpassbar. Die Permeatabläufe am Umfang der Kopfstücke können durch ein Sammelrohr miteinander verbunden werden.

[0010] Gemäß einer weiteren erfindungsgemäßen Ausgestaltung sind an das Kopfstück mehrere Faserbündel angeschlossen, wobei jedem Faserbündel eine Begasungseinrichtung sowie die Begasungseinrichtung konzentrisch umgebende flüssigkeitsdurchströmte Bohrungen zugeordnet sind. Das Kopfstück weist getrennte Verteilerkammern für Wasser und Luft auf, in welche Bohrungen für Wasser bzw. Luftkanäle einmünden. An das Kopfstück sind Kammern lösbar angeschlossen, die jeweils ein Faserbündel aus Kapillarmembranen enthalten und in Längsrichtung der Kapillarmembranen von dem Rohwasser durchströmt sind. Die Ausgestaltung ermöglicht eine Parallelschaltung von Faserbündeln in einer sehr kompakten Anordnung.

[0011] Im Folgenden wird die Erfindung anhand einer lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung ausführlicher erläutert. Es zeigen in schematischer Darstellung

[0012] Fig. 1 und 2 erfindungsgemäße Membranfilter für die Wasseraufbereitung, die im Tauchbetrieb einsetzbar sind, jeweils in einem Längsschnitt,

[0013] Fig. 3 bis 5 ein erfindungsgemäßes Membranfilter mit einem flüssigkeitsdurchströmten Filterraum,

[0014] Fig. 6 und 7 weitere Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Membranfilters.

[0015] Zum grundsätzlichen Aufbau der in den Figuren dargestellten erfindungsgemäßen Membranfilter gehören ein Kopfstück 1, das einen Permeatsammelraum 2 mit einem Permeatablauf 3 aufweist, und mindestens ein Faserbündel 4 aus Kapillarmembranen 5, die an einem Ende verschlossen sind und an ihrer anderen Seite mit einem offenen Ende zum Permeatsammelraum 2 in das Kopfstück 1 eingegossen sind. Bei den Kapillarmembranen 5 handelt es sich vorzugsweise um Ultrafiltrationsmembranen oder Mikrofiltrationsmembranen, deren Durchmesser weniger als 5 µm beträgt. Vorzugsweise besitzen die Kapillarmembranen einen Durchmesser zwischen 0,5 und 3 µm. Die Kapillar-

membranen 5 sind von dem aufzubereitenden Rohwasser 6 umgeben. Die Filtration erfolgt aufgrund einer transmembranen Druckdifferenz, die durch einen rohwasserseitigen Überdruck und/oder einen permeatseitigen Unterdruck erzeugt werden kann. Die geklärte Flüssigkeit strömt in den Kapillarmembranen 5 zum Permeatsammelraum 2 ab.

[0016] Die Kapillarmembranen 5 des Faserbündels 4 sind in dichter Packung an einer Anschlussfläche 7 des Kopfstückes befestigt, die nicht von Strömungskanälen für das Rohwasser durchsetzt ist. Innerhalb des Faserbündels 4 ist eine Begasungseinrichtung 8 angeordnet, aus der Luft austritt. Die Luftzufuhr erfolgt vorzugsweise intermittierend mit dem Ziel, Deckschichten, die sich während der Membranfiltration an der Membranoberfläche gebildet haben, abzureinigen. Bei der in Fig. 1 dargestellten Ausführung weist die Begasungseinrichtung 8 ein vorstehendes, mit mindestens einer Luftaustrittsöffnung versehenes Mundstück 10 auf, das sich innerhalb des Faserbündels 4 im Wesentlichen parallel zu den Kapillarmembranen 5 erstreckt und an einen im Kopfstück 1 angeordneten Luftkanal 16 angeschlossen ist. Das Mundstück 10 weist einen rohrförmigen Abschnitt mit umfangsseitigen Bohrungen 11 auf, kann aber auch beispielsweise als Ringspaltdüse ausgebildet sein, aus der die Luft mit radialer Ausrichtung austritt. Die an einem Ende im Kopfstück 1 eingegossenen Kapillarmembranen 5 sind an ihrem anderen verschlossenen Ende frei beweglich und führen unter der Wirkung der im Rohwasser herrschenden Turbulenzen und/oder der im Rohwasser auftretenden Strömungen mehr oder weniger stark ausgeprägte seitliche Bewegungen aus. Zur Begrenzung der seitlichen Bewegungen ist auf das Kopfstück 1 ein Korb 12 aufgesetzt, der im Ausführungsbeispiel aus Stäben und Ringen ausgebildet ist. Als Korb 12 ist auch ein Rohr einsetzbar, das mit Durchbrüchen versehen sein kann.

[0017] Im Ausführungsbeispiel der Fig. 2 ist angedeutet, dass das Kopfstück 1 als quaderförmiges Element ausgebildet sein kann. In Längsrichtung des Kopfstückes 1 sind eine Mehrzahl von Begasungseinrichtungen 8 angeordnet, um Luft in das Faserbündel 4 einzuleiten. Das Faserbündel 4 besteht aus einer dichten Packung aus Kapillarmembranen 5. Das Kopfstück 1 ist für einen Tauchbetrieb geeignet und kann nicht dargestellte Anschlusseinrichtungen zum Befestigen an einem Gestell aufweisen, das in ein Becken mit Rohwasser abgesenkt werden kann. Der Permeatablauf 3 ist an der schmalen Stirnseite vorgesehen. Insofern wird deutlich, dass eine Mehrzahl der Kopfstücke 1 parallel nebeneinander angeordnet werden können.

[0018] Bei den in den Fig. 3 bis 7 dargestellten Ausführungen weist das Membranfilter einen Filterraum 14 auf, der von dem aufzubereitenden Rohwasser durchströmt wird. Die Anströmung des Filterraumes 14 erfolgt durch Bohrungen 15 im Kopfstück 1, die konzentrisch um die Begasungseinrichtung 8 angeordnet sind. Die Fig. 3 zeigt die Draufsicht auf ein Kopfstück 1, das einen zentrisch angeordneten Kanal 16 für die Zuführung von Luft und konzentrisch den Luftkanal 16 umgebende Bohrungen 15 für das Rohwasser aufweist. Die Anschlussfläche 7 des Kopfstückes 1, in der die das Faserbündel 4 bildenden Kapillarmembranen 5 endseitig eingegossen sind, ist sternförmig ausgebildet, wobei eine Ringfläche zwischen dem Luftkanal 16 und den flüssigkeitsführenden Bohrungen 15 ausgefüllt ist und sich die Anschlussfläche bis in die Bereiche zwischen den Flüssigkeitskanälen 15 erstreckt. Der Fig. 3 entnimmt man auch, dass die Kapillarmembranen 5 in einer sehr dichten Packung angeordnet sind. Das Rohwasser wird im Wesentlichen an der Außenseite des Faserbündels vorbeigeführt und strömt in Längsrichtung der Kapillarmembranen 5 ab. Ferner wird das Faserbündel 4 von innen her mit Luft begast.

[0019] Die Fig. 4 zeigt einen Längsschnitt durch das Membranfilter in der Schnittebene A-A; in Fig. 5 ist der Längsschnitt in der Schnittebene B-B der Fig. 3 dargestellt. Den Darstellungen entnimmt man, dass das Kopfstück 1 mit einem rohrförmigen Mantel lösbar verbunden ist, der den Filterraum bildet. Die Verbindung zwischen Kopfstück 1 und Anschluss des Mantel 17 kann durch übliche nicht dargestellte Schnellspannverschlüsse eingerichtet werden.

[0020] Durch eine geeignete Gestaltung des Kopfstückes 1 können mehrere Membranfilter in Reihe hintereinander angeordnet werden, wie dies in Fig. 6 schematisch dargestellt ist. Das Kopfstück 1 ist an der vom Faserbündel 4 abgewandten Stirnseite mit dem rohrförmigen Mantel 17 eines weiteren identischen Membranfilters verbindbar. Der Permeatablauf 3 ist am Umfang des Kopfstückes 1 angeordnet. Es versteht sich, dass die Permeatabläufe der Membranfilter an eine gemeinsame Sammelleitung angeschlossen werden können.

[0021] Bei der in Fig. 7 dargestellten Ausführung sind an das Kopfstück 1 mehrere Faserbündel 4 angeschlossen, wobei jedem Faserbündel 4 eine Begasungseinrichtung 8 sowie die Begasungseinrichtung konzentrisch umgebende flüssigkeitsdurchströmte Bohrungen 15 zugeordnet sind. Das Kopfstück 1 weist getrennte Verteilerkammern 18, 19 für Wasser und Luft auf, in welche die Bohrungen 15 für das Rohwasser bzw. Luftkanäle 16 einmünden. An das Kopfstück 1 sind Kammern lösbar angeschlossen, die jeweils einen Filterraum 14 bilden und ein Faserbündel 4 aus Kapillarmembranen 5 enthalten sowie in Längsrichtung der Kapillarmembranen 5 von dem Rohwasser durchströmt sind.

Patentsprüche

1. Membranfilter für die Wasseraufbereitung mit einem Kopfstück (1), das einen Permeatsammelraum (2) mit einem Permeatablauf (3) aufweist, mindestens einem Faserbündel (4) aus Kapillarmembranen, die mit einem offenen Ende zum Permeatsammelraum (2) in das Kopfstück (1) eingegossen und an ihrem anderen Ende geschlossen sind, und einer Begasungseinrichtung (8) mit einem Mundstück (10), das mindestens eine Austrittsöffnung (11) für Luft aufweist und sich innerhalb des Faserbündels (4) im Wesentlichen parallel zu den Kapillarmembranen (5) erstreckt, wobei die von dem aufzubereitenden Rohwasser (6) umgebenen Kapillarmembranen (5) des Faserbündels (4) in dichter Packung an einer Anschlussfläche (7) des Kopfstückes (1) befestigt sind und geklärte Flüssigkeit in den Kapillarmembranen (5) zum Permeatsammelraum (2) abziehbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Kopfstück (1) einen Luftkanal (16) enthält, an den das in das Faserbündel (4) ragende Mundstück (10) angeschlossen ist, und dass das Faserbündel (4) an seinem anderen Ende ohne Einspannung frei beweglich im Rohwasser (6) endet.
2. Membranfilter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass für den Tauchbetrieb die Anschlussfläche (7) nicht von Strömungskanälen für das Rohwasser durchsetzt ist.
3. Membranfilter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass auf das Kopfstück (1) ein Korb (12) aufgesetzt ist, der seitliche Bewegungen des Faserbündels (14) begrenzt.
4. Membranfilter nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Kopfstück (1) Anschlusseinrichtungen zur Befestigung an einem Gestell aufweist, das in ein das Rohwasser enthaltendes Becken absenk-

bar ist.

5. Membranfilter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Kopfstück (1) Bohrungen (15) für einen Durchfluss des Rohwassers aufweist, die konzentrisch um die Begasungseinrichtung (8) angeordnet sind, und dass die Kapillarmembran (5) an einer ringförmigen Anschlussfläche (7) zwischen der Begasungseinrichtung (8) und den flüssigkeitsführenden Bohrungen (15) in das Kopfstück (1) eingegossen sind.

6. Membranfilter nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Anschlussfläche (7) des Kopfstückes (1), in der die das Faserbündel (4) bildenden Kapillarmembranen (5) endseitig eingegossen sind, sternförmig ausgebildet ist, wobei die Anschlussfläche (7) die ringförmige Fläche zwischen der Begasungseinrichtung (8) und den konzentrisch angeordneten Bohrungen (15) ausfüllt und sich bis in die Bereiche zwischen den Flüssigkeitskanälen erstreckt.

7. Membranfilter nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Kopfstück (1) mit einem rohrförmigen Mantel (17) lösbar verbunden ist, welcher einen in Längsrichtung der Kapillarmembranen (5) durchströmbar Filterraum (14) bildet.

8. Membranfilter nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Kopfstück (1) an der vom Faserbündel (4) abgewandten Stirnseite mit dem rohrförmigen Mantel (17) eines weiteren, identischen ausgebildeten Membranfilters verbindbar ist und dass der Permeatablauf (3) am Umfang des Kopfstückes (1) angeordnet ist.

9. Membranfilter nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass an das Kopfstück (1) mehrere Faserbündel (4) angeschlossen sind, wobei jedem Faserbündel (4) eine Begasungseinrichtung (8) sowie die Begasungseinrichtung (8) konzentrisch umgebende, flüssigkeitsdurchströmte Bohrungen (15) zugeordnet sind, und dass das Kopfstück (1) getrennte Verteilerkammern (18, 19) für Wasser und Luft aufweist, in welche die Bohrungen (15) bzw. Luftkanäle (16) einmünden, und dass an das Kopfstück (1) Kammern lösbar angeschlossen sind, die jeweils ein Faserbündel (4) aus Kapillarmembranen enthalten und in Längsrichtung der Kapillarmembranen (5) von dem Rohwasser durchströmt sind.

10. Membranfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Mundstück (10) einen rohrförmigen Abschnitt mit umfangseitigen Bohrungen (11) aufweist.

11. Membranfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Mundstück (10) als Ringspaltdüse ausgebildet ist, aus der die Luft radial austritt.

12. Membranfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Mundstück (10) ein Rückschlagventil aufweist, das bei abfallendem Druck in der Luftzuführung schließt.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

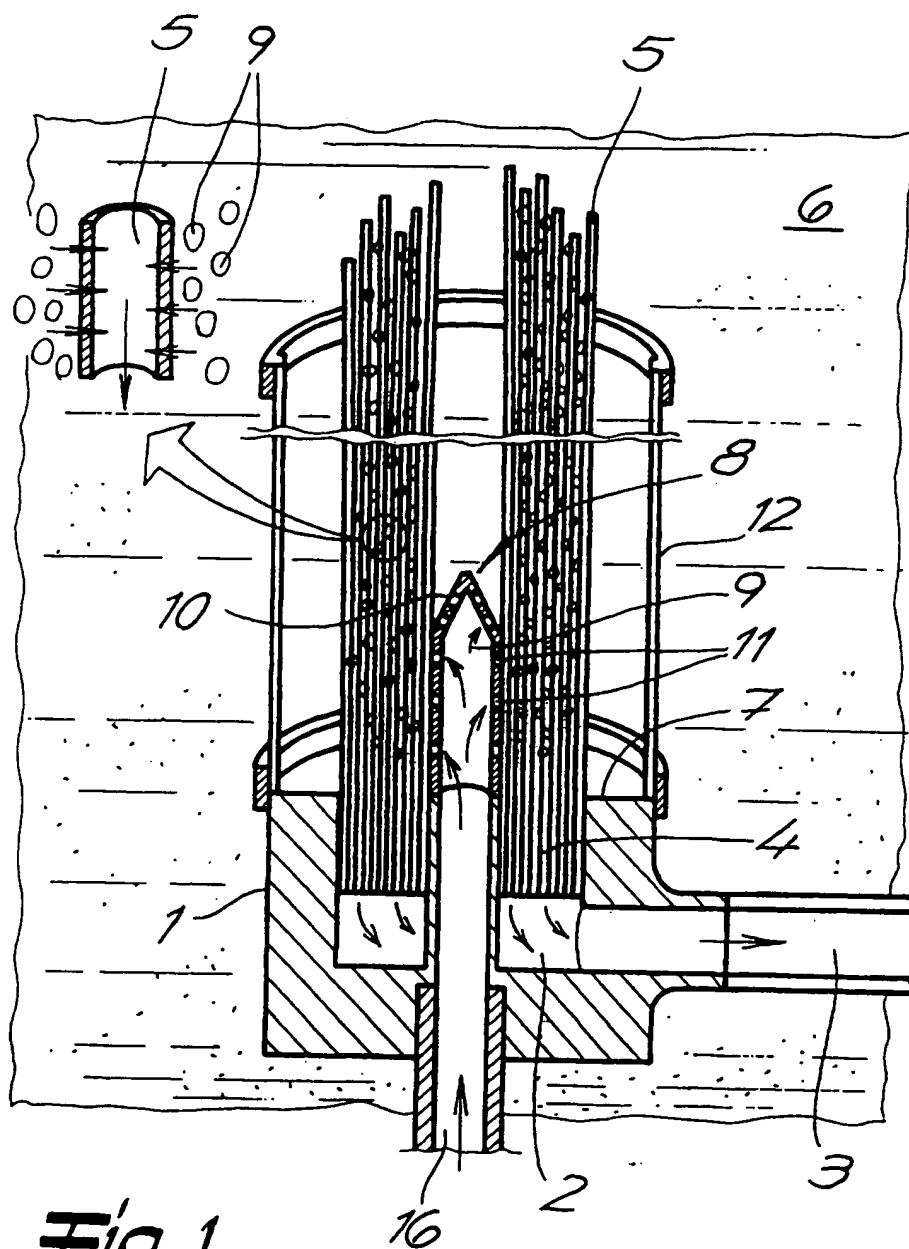


Fig. 1

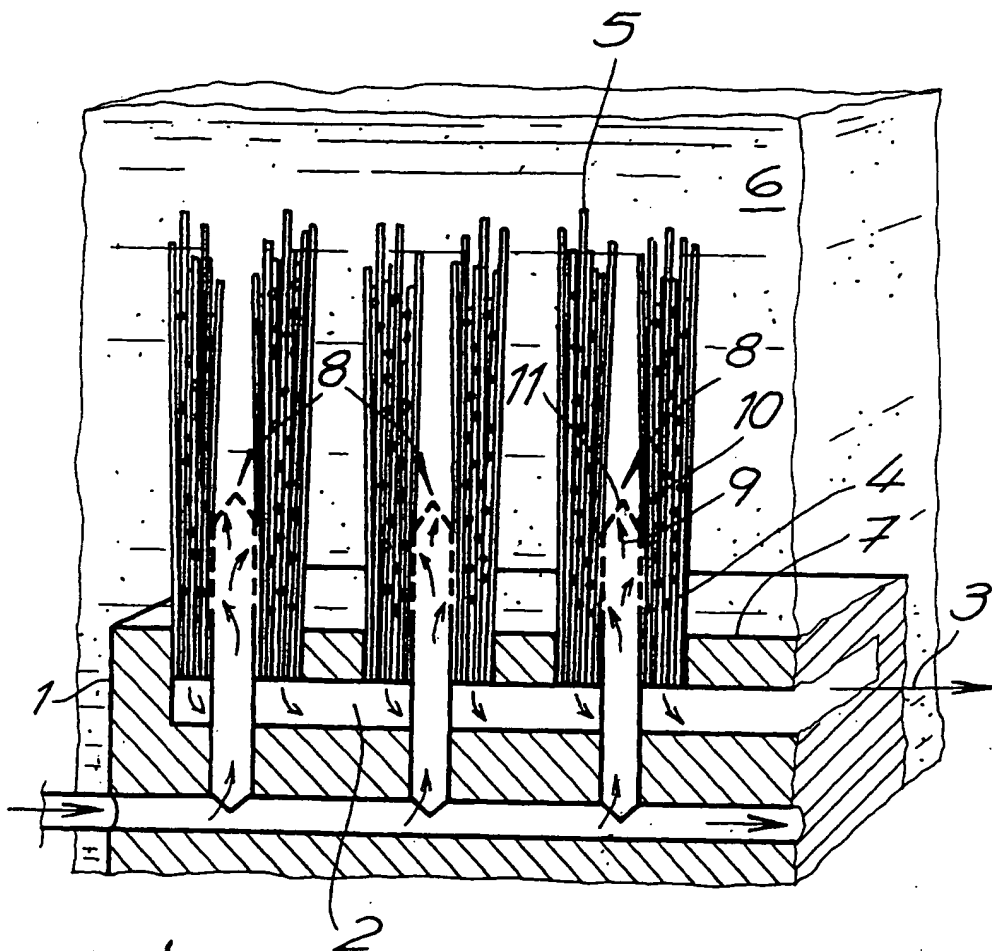
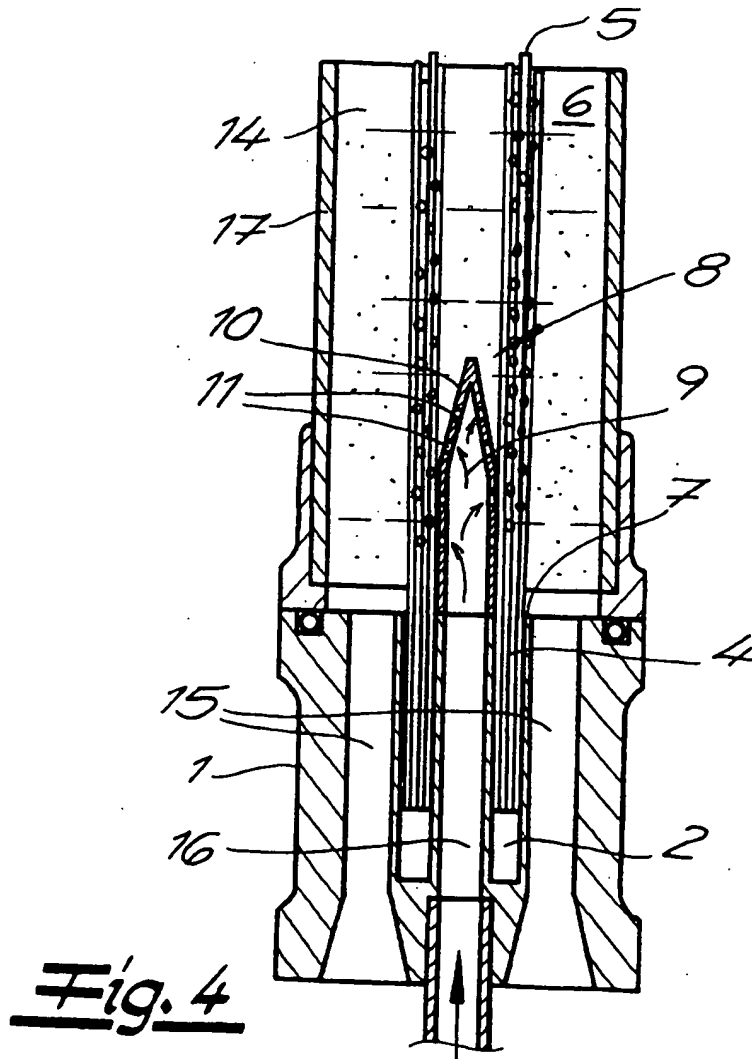
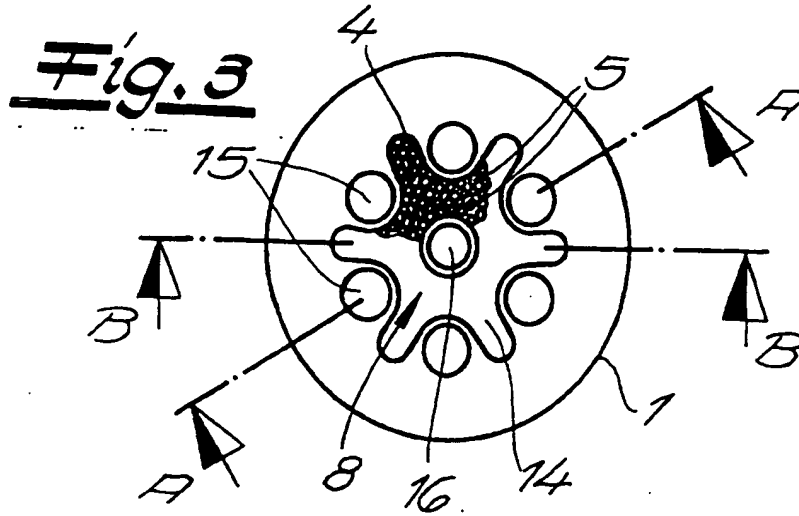


Fig. 2



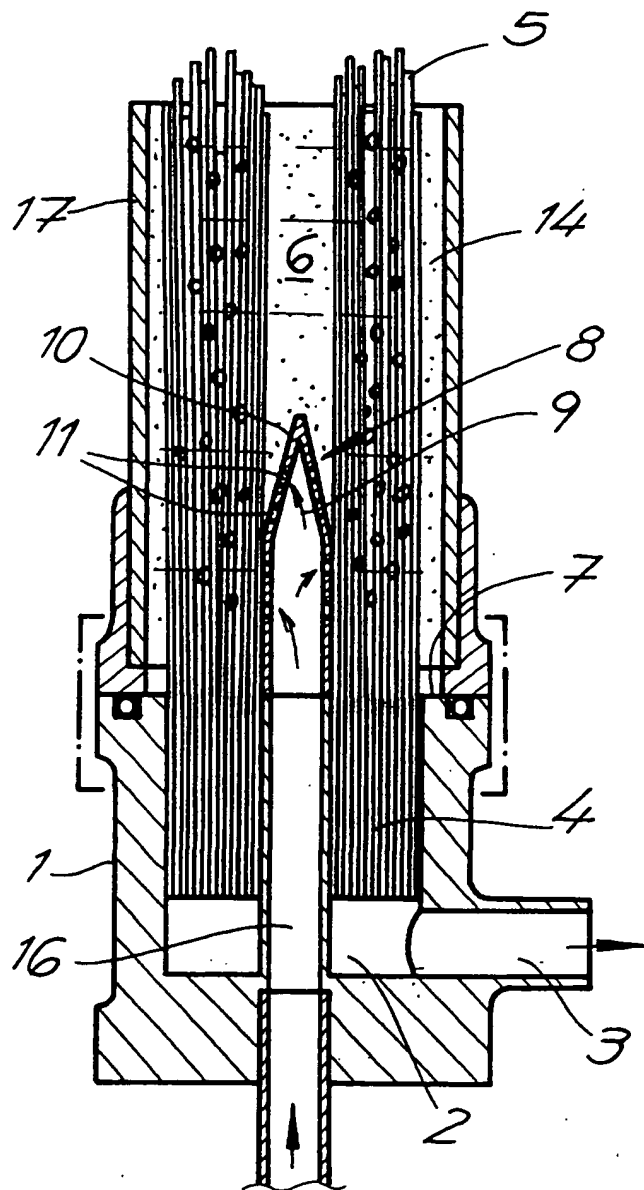
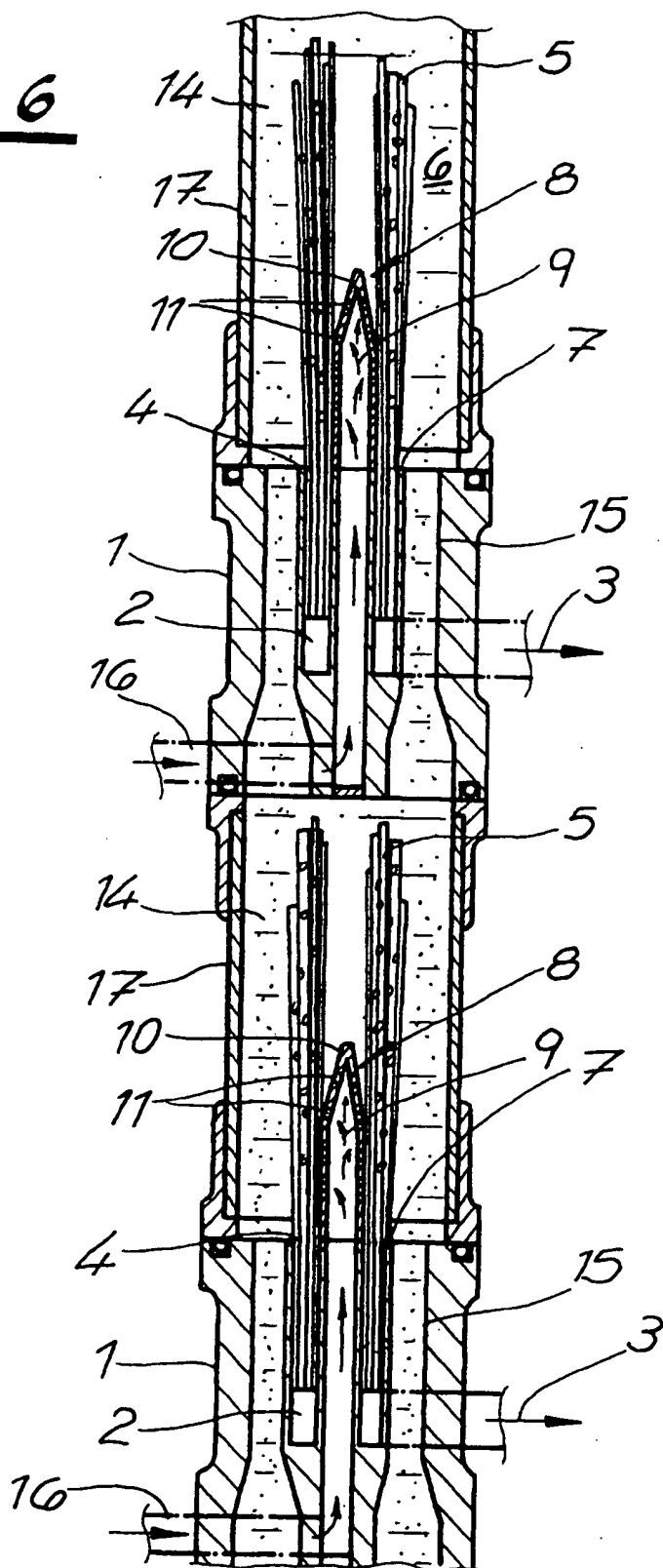


Fig. 5

Fig. 6



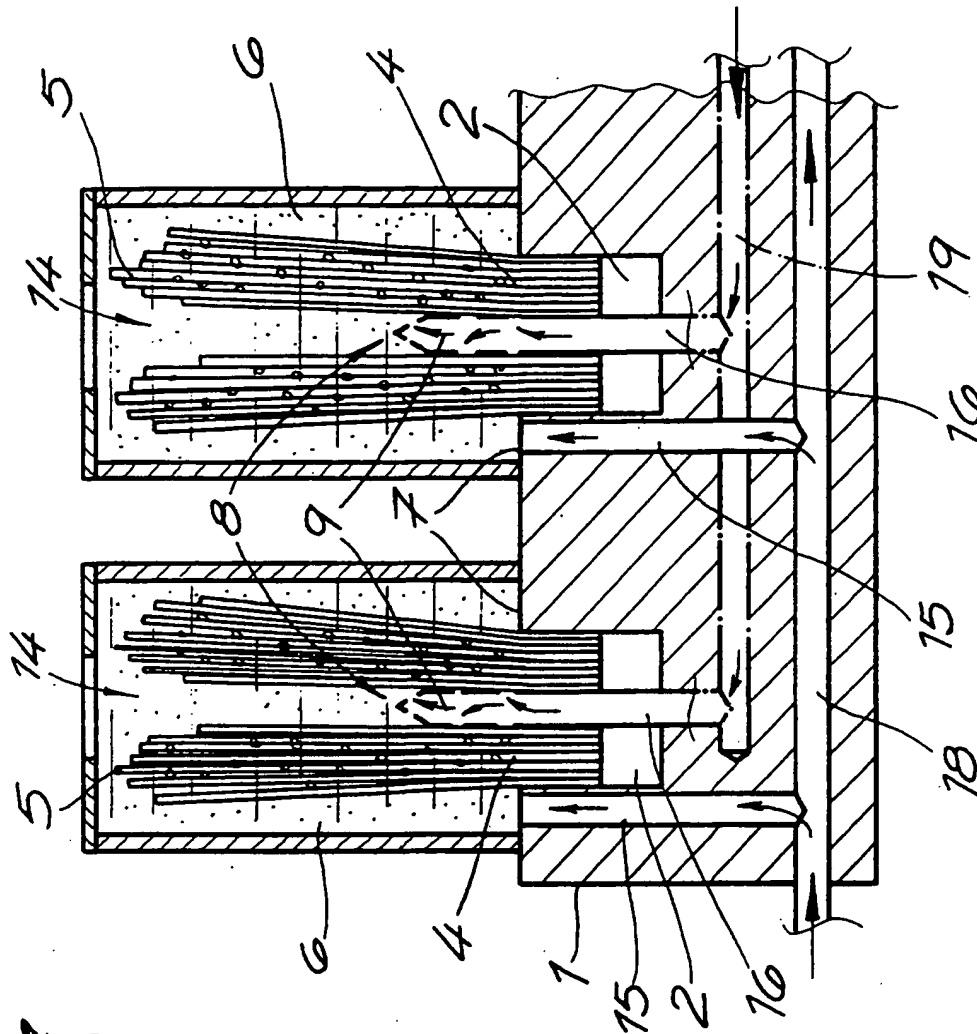


Fig. 7